

Voorronde 1995

Opgaven

woensdag 15 februari 1995

- Deze voorronde bestaat uit 32 vragen
- De maximumscore voor dit werk bedraagt 80 punten
- De tijdsduur van de voorronde is maximaal 3 klokuren
- Benodigde hulpmiddelen: – BINAS tabellenboek
– rekenapparaat
- In de kantlijn is vóór elke vraag het aantal punten vermeld dat een juist antwoord op die vraag oplevert



OPGAVE 1 (8 punten)

Het afvalwater van een chemische fabriek bevat per dm^3 de volgende hoeveelheden organische stoffen:

stof	molecuulformule	concentratie (mg dm^{-3})
fenol	$\text{C}_6\text{H}_6\text{O}$	16
citroenzuur	$\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$	10
salicylzuur	$\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_3$	9,0

Bij de biochemische afbraak van deze stoffen wordt zuurstof verbruikt en koolstofdioxide en water gevormd.

- 2p 1○ Geef de reactievergelijkingen van de biochemische afbraak van deze drie stoffen.

Het BZV (biochemisch zuurstofverbruik) is een veel gebruikte maat voor de hoeveelheid organische stof in afvalwater. Het BZV is de massa (mg) verbruikt zuurstof per volume-eenheid (dm^3) afvalwater bij volledige oxidatie van de organische stoffen in het water.

- 2p 2○ Bereken het BZV van 1 dm^3 afvalwater met bovenvermelde hoeveelheden organische stof.

Als afvalwater in het laboratorium geanalyseerd wordt, oxideert men de organische stoffen met een oplossing van kaliumpermanganaat. Zo'n oplossing reageert sneller dan zuurstof. In een aangezuurde oplossing wordt koolstofdioxide en water gevormd en de permanganaationen MnO_4^- worden gereduceerd tot Mn^{2+} .

- 1p 3○ Hoeveel mol MnO_4^- heeft hetzelfde oxiderende vermogen als 1 mol O_2 ?

In werkelijkheid verloopt de oxidatie met permanganaat niet volledig. Slechts 90% van het fenol, 66% van het citroenzuur en 85% van het salicylzuur wordt geoxideerd.

- 3p 4○ Bereken hoeveel cm^3 0,050 M kaliumpermanganaatoplossing in dat geval reageert met 250 cm^3 van het in de tabel gespecificeerde afvalwater.



OPGAVE 2 (5 punten)

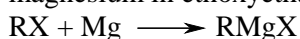
Eén tablet van een geneesmiddel tegen brandend maagzuur bevat 0,700 g van een mengsel van magnesiumcarbonaat, $\text{MgCO}_3(\text{s})$ en aluminiumhydroxide, $\text{Al}(\text{OH})_3(\text{s})$. Een tablet kan 20,0 mmol waterstofchloride neutraliseren. Een van de neutralisatieproducten is koolstofdioxide.

- 2p 5○ Geef de vergelijkingen van de reacties die optreden wanneer een tablet met zoutzuur reageert.
- 3p 6○ Bereken hoeveel mg magnesiumcarbonaat en hoeveel mg aluminiumhydroxide één tablet bevat.



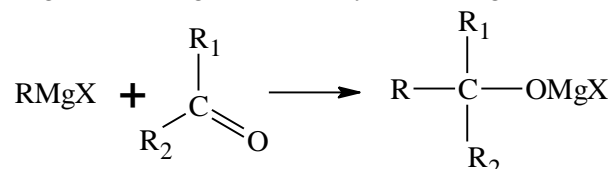
OPGAVE 3 (4 punten)

Grignardverbindingen worden bereid door reactie tussen organische halogeenvverbindingen en magnesium in ethoxyethaan (diëthylether):



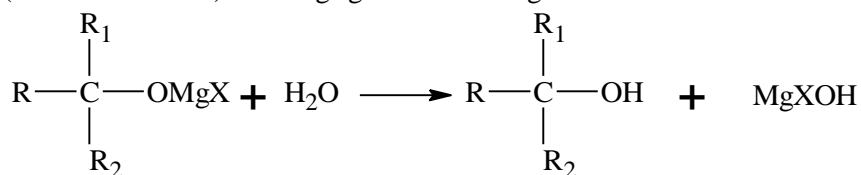
Hierbij stelt R een alkylgroep voor en X een halogeen.

Grignardverbindingen reageren als volgt met carbonylverbindingen:



R' en R'' stellen een waterstofatoom of alkylgroep voor.

Hydrolyse (reactie met water) van de grignardverbinding levert een alcohol:



De eindproducten van een drietal grignardreacties met ethylmagnesiumbromide zijn:

1-propanol 2-butanol 2-methyl-2-butanol

- 2p 7 ◊ Geef de structuurformules van de drie carbonylverbindingen die via een reactie met ethylmagnesiumbromide deze drie eindproducten leveren.

Uit grignardverbindingen kunnen carbonzuren worden bereid door ze te laten reageren met koolstofdioxide en het reactieproduct te hydrolyseren. Op deze wijze bereidt men een carbonzuur, uitgaande van 2-broompropanaan.

- 2p 8 ◊ Geef de vergelijkingen van de reacties die optreden bij deze synthese. Schrijf de koolstofverbindingen in structuurformules.



OPGAVE 4 (10 punten)

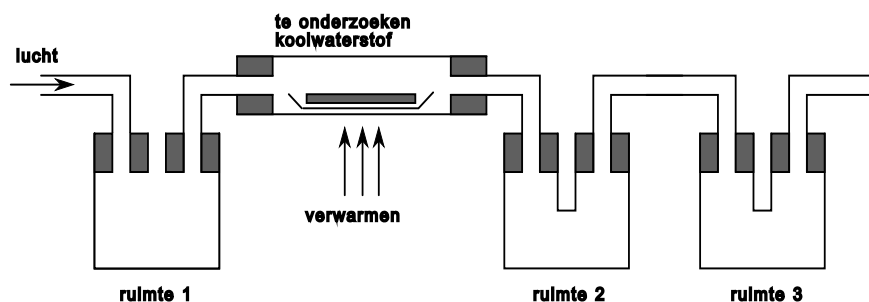
Koolwaterstoffen kunnen worden weergegeven met formules in de vorm van CH_x . Deze formule geeft aan hoeveel H atomen per C atoom aanwezig zijn; hierbij hoeft x geen geheel getal te zijn.

Een bepaalde koolwaterstof kan worden weergegeven met de formule $CH_{2,17}$

- 2p 9 ◊ Kan deze koolwaterstof een cycloalkaan zijn? Licht je antwoord toe.

Om van onbekende koolwaterstoffen de waarde van x in de formule CH_x vast te stellen wordt wat van de koolwaterstof verbrand, gevolgd door meting van de massa's van het ontstane koolstofdioxide en het ontstane water.

Een opstelling die hiervoor geschikt is, is hieronder afgebeeld.



Lucht, waaruit in ruimte 1 bepaalde bestanddelen zijn verwijderd, wordt geleid over de verhitte koolwaterstof. De omstandigheden zijn zodanig, dat volledige verbranding plaatsvindt. De verbrandingsgassen komen allereerst door ruimte 2 waarin zich een stof met de formule P_4O_{10} bevindt. Al het water in de verbrandingsgassen reageert met het P_4O_{10} . Het reactieproduct blijft achter in ruimte 2. Koolstofdioxide reageert niet met P_4O_{10} .

2p 10 ◊ Geef de vergelijking van de reactie in ruimte 2.

Vervolgens passeert het overgebleven gasmengsel ruimte 3. Hier reageert al het koolstofdioxide. Bij deze reactie ontstaan stoffen, die in ruimte 3 achterblijven. Het gas dat de opstelling verlaat, bevat geen water en koolstofdioxide meer.

2p 11 ◊ Geef de formule van een stof, die ruimte 3 zou kunnen bevatten en geef de formules van de stoffen die in ruimte 3 ontstaan.

Door de massatoename van ruimte 2 en van ruimte 3 te meten, verkrijgt men gegevens waaruit het getal x in de formule CH_x van de koolwaterstof kan worden berekend.

Bij een bepaald experiment wordt een hoeveelheid koolwaterstof volledig verbrand. De massatoename van ruimte 2 blijkt na afloop 0,396 gram te zijn, terwijl van ruimte 3 de massatoename 0,880 g is.

3p 12 ◊ Bereken de waarde van x in de formule CH_x van deze koolwaterstof.

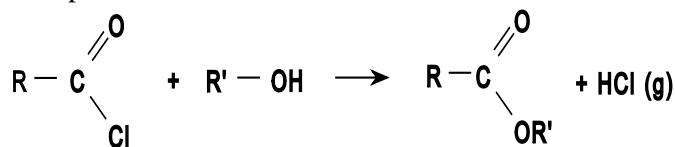
Dit experiment geeft alleen een juist resultaat als twee bestanddelen van de lucht die wordt gebruikt, in ruimte 1 worden verwijderd.

1p 13 ◊ Geef de namen van de twee bestanddelen van de lucht die in ruimte 1 moeten worden verwijderd.

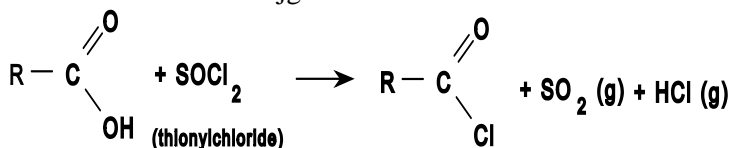


OPGAVE 5 (15 punten)

De vorming van een ester uit een alkanol en een alkaanzuur is een evenwichtsreactie. Voor een hogere opbrengst geeft men bij de technische bereiding van een ester de voorkeur aan de volgende aflopende reactie.



1. Het zuurchloride RCOCl verkrijgt men uit de reactie:

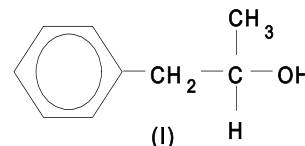


2. Substitutie van de carbonzuurgroep, $-\text{COOH}$ in $\text{R}-\text{COOH}$ door een sulfonzuurgroep, $-\text{SO}_3\text{H}$ geeft een alkaansulfonzuur $\text{R}-\text{SO}_3\text{H}$.

De reactie van een alkaansulfonzuur met thionylchloride verloopt analoog aan 2. Zó ontstaat door reactie van 4-methylbenzeensulfonzuur met thionylchloride de verbinding tosylchloride.

- 3p 14 ◊ Geef de vergelijking van de reactie tussen 4-methylbenzeensulfonzuur en thionylchloride. Schrijf de organische stoffen in structuurformules.

Tosylchloride kan op zijn beurt reageren met de secundaire alcohol (I). Bij deze reactie ontstaat, analoog aan reactie 1, een ester van het sulfonzuur.



- 2p 15 ◊ Leg uit dat er van (I) twee stereo-isomeren zijn.

Men laat tosylchloride reageren met één van beide isomeren (I).

- 2p 16 ◊ Geef de vergelijking van deze reactie. Schrijf de organische stoffen in structuurformule.

De substitutiereactie van de tosylaatgroep van de gevormde ester (Je mag deze tosylaatgroep in de structuurformules hierna aangeven met $-\text{OSO}_2\text{R}$) door acetaat is van de tweede orde. Als de zo verkregen acetaatester wordt verzeepd met OH^- , ontstaat weer (I), maar nu de andere isomeer dan die waarvan was uitgegaan. De oorzaak van dit verschijnsel ligt in het mechanisme van de substitutie van de tosylaatgroep door acetaat.

- 4p 17 ◊ Geef dit mechanisme ruimtelijk weer. Met welke code duidt men dit mechanisme aan?

De oorzaak van het feit dat na verzeeping van het acetaat de andere isomeer van (I) wordt gevonden, dan die waarvan werd uitgegaan voor de bereiding van het tosylaat, ligt dus niet in deze verzeeping zelf. Dit heeft men aangetoond door de verzeeping te bestuderen van de acetaatester waarin per molecuul één zuurstofatoom radioactief was gemerkt.

- 4p 18 ◊ Leg met behulp van een reactievergelijking uit welk van de zuurstofatomen daartoe gemerkt moet zijn, en in welk van de reactieproducten dit atoom terecht zal komen.



OPGAVE 6 (5 punten)

Binaire verbindingen zijn opgebouwd uit twee elementen. **A**, **B**, **C** en **D** zijn binaire verbindingen die het element **X** bevatten. Het massa percentage van **X** in elk van deze verbindingen wordt bepaald. Bij een druk van 101,3 kPa en een temperatuur van 150 °C zijn **A**, **B**, **C** en **D** gasvormig. Bij deze druk en temperatuur bepaalt men in een kolf met een constant volume de massa van deze gassen en die van stikstof. In bijgaande tabel staan de resultaten van deze experimenten.

stof	N_2	A	B	C	D
massa (g)	0,652	0,466	2,376	2,422	3,399
massa% X	—	95,0	37,2	73,0	78,1

- 2p 19 ◊ Bereken de molecuulmassa van de verbindingen **A**, **B**, **C** en **D**.

- 3p 20 ◊ Leid molecuulformules af voor **A**, **B**, **C** en **D**. Ga dus ook na welk element **X** voorstelt.



OPGAVE 7 (14 punten)

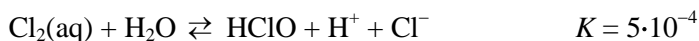
Een van de succesvolle projecten van het Zweedse bedrijf ASEA is het transport van elektrische energie door middel van gelijkstroom onder hoogspanning. Deze techniek vereist slechts één kabel. Het terugtransport verloopt via het zeewater. Door een kabel in de Oostzee tussen Zuid-Zweden en Noord-Duitsland loopt bij een potentiaal van 450 kV een stroom met een

constante stroomsterkte van 1330 A. Een koperdraad, gelegd in een cirkel met een straal van 1 km, fungeert als kathode (minpool) voor het terugtransport. De anode bestaat uit een titaniumgas met een totaaloppervlak van 1000 m². Het derde deel van de elektronen die bij de anode vrijkomen is afkomstig van chloride-ionen en de rest wordt geleverd door watermoleculen.

3p 21 ◊ Geef de vergelijking van de halfreactie die aan de anode optreedt.

4p 22 ◊ Bereken hoeveel ton zuurstofgas jaarlijks geproduceerd wordt.

Het chloor dat aan de anode gevormd wordt lost volledig in zeewater op en reageert als volgt:



HClO is een zwak zuur met een $\text{p}K_z = 7,4$. De concentratie van chloride in het zeewater is 0,13 mol L⁻¹. De pH van het zeewater is 8,2. Met inbegrip van de volgreacties levert de anodereactie drie deeltjes die chloor bevatten (Cl₂, HClO en ClO⁻)

3p 23 ◊ Maak door berekening duidelijk welk van deze drie deeltjes het voornaamste eindproduct is. Neem aan dat de chlorideconcentratie van het zeewater en de pH ervan niet noemenswaard verandert door de reacties aan de anode.

Het zeewater stroomt door de anode met een snelheid van 0,010 m s⁻¹.

4p 24 ◊ Bereken de concentratie van het (voornaamste) eindproduct.



OPGAVE 8 (19 punten)

In de gasfase is stikstofdioxide in evenwicht met zijn dimeer distikstoftetraoxide: $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NO}_2(\text{g})$

Men bestudeert dit evenwicht bij 30 °C (beide stoffen zijn dan gasvormig) en maakt daarbij gebruik van een rondbodempkolf met stop. Het volume van de kolf is 321 cm³. De kolf wordt vacuüm gezogen, afgesloten met de stop en gewogen. De lege kolf weegt 109,9736 g.

De kolf wordt in een ijsbad gekoeld en men laat er stikstofdioxide instromen. Men zet de kolf in een waterbad van 30,0 °C en de kolf wordt voorzichtig geopend. Een bruin gekleurd gas stroomt dan uit de kolf. Als de gasstroom juist stopt sluit men de kolf. De druk van het gas in de kolf is nu hetzelfde als de druk in het laboratorium. Men haalt de kolf uit het waterbad, droogt hem zorgvuldig af en bepaalt de massa ervan (110,9702 g). De druk in het laboratorium is 101,3 kPa (= 1,000 atm = p_o).

2p 25 ◊ Bereken het totale aantal mol gas in de kolf.

3p 26 ◊ Bereken het aantal mol NO₂ en het aantal mol N₂O₄ in de kolf.

De partiële druk of deeldruk p_i van een component i in een gasmengsel is de druk die deze component bijdraagt aan de totale druk.

2p 27 ◊ Bereken de partiële drukkens in atm van de beide gassen in de kolf.

Voor gasevenwichten wordt de evenwichtsvoorwaarde vaak geschreven met partiële drukkens in plaats van met concentraties. De bijbehorende drukevenwichtsconstante voor het bedoelde evenwicht is:

$$K_p = \frac{p(\text{NO}_2)^2}{p(\text{N}_2\text{O}_4)} \text{ atm}$$

Voor de vrije enthalpie geldt: $\Delta G^\circ = -RT \ln K$, waarin $K = \frac{K_p}{p_o}$

2p 28 ◻ Leid door berekening af dat voor het evenwicht $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NO}_2(\text{g})$ bij $30,0 \text{ }^\circ\text{C}$ geldt dat $\Delta G^\circ(30 \text{ }^\circ\text{C})$ gelijk is aan $4,74 \text{ kJ mol}^{-1}$.

Men voert het experiment ook uit bij $60,0 \text{ }^\circ\text{C}$. De massa van de kolf met het evenwichtsmengsel is nu $110,7024 \text{ g}$. De druk is ongewijzigd ($101,3 \text{ kPa}$) gebleven.

4p 29 ◻ Bereken ΔG° bij $60 \text{ }^\circ\text{C}$.

2p 30 ◻ Bereken voor het evenwicht $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NO}_2(\text{g})$ met behulp van de ΔG° waarden uit vraag 28 en 29 en BINAS 36 ΔH° en ΔS° . Je mag aannemen dat deze beide grootheden in het temperatuurgebied waarbij gemeten is constant zijn.

In dit geval is zowel voor de waarde van ΔH° en ΔS° het teken positief.

2p 31 ◻ Leg uit wat de betekenis is van een positieve waarde van ΔH° en van een positieve waarde van ΔS° .

2p 32 ◻ Leg uit hoe je deze tekens op grond van de reactievergelijking had kunnen voorspellen.

Antwoordmodel

woensdag 15 februari 1995



De maximumscore voor dit werk bedraagt **80** punten.

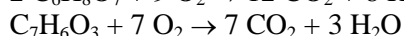
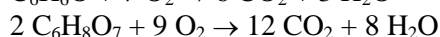
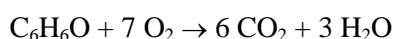
Bij de correctie van het werk moet van bijgaand antwoordmodel worden gebruik gemaakt.

Daarnaast dienen de algemene regels, zoals die bij correctievoorschriften voor het CSE worden verstrekt, te worden aangehouden.



OPGAVE 1

1 ◊ maximumscore 2



· Indien twee vergelijkingen juist vermeld

· Indien één vergelijking juist vermeld

Opmerking: gebroken coëfficiënten zijn hier toegestaan

1
0

2 ◊ Maximumscore 2

per dm³:

$$\frac{16 \text{ mg C}_6\text{H}_6\text{O}}{94,1 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \cdot \frac{7 \text{ mol O}_2}{\text{mol C}_6\text{H}_6\text{O}} = 1,19 \text{ mmol O}_2$$

$$\frac{10 \text{ mg C}_6\text{H}_8\text{O}_7}{192,1 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \cdot \frac{9 \text{ mol O}_2}{2 \text{ mol C}_6\text{H}_8\text{O}_7} = 0,234 \text{ mmol O}_2$$

$$\frac{9,0 \text{ mg C}_7\text{H}_6\text{O}_3}{138,1 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \cdot \frac{7 \text{ mol O}_2}{\text{mol C}_7\text{H}_6\text{O}_3} = 0,456 \text{ mmol O}_2$$

totaal: 1,88 mmol O₂

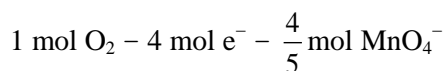
$$\frac{1,88 \text{ mmol O}_2}{\text{dm}^3} \cdot 32,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 60,2 \frac{\text{mg}}{\text{dm}^3}$$

Indien voor twee stoffen het aantal benodigde mg O₂ juist berekend

Indien voor één stof het aantal benodigde mg O₂ juist berekend

1
0

3 ◊ Maximumscore 1



4 ◊ **Maximumscore 3**

$$250 \text{ cm}^3 - \frac{1,19 \cdot 0,90}{4} = 0,268 \text{ mmol O}_2 \quad \text{C}_6\text{H}_6\text{O}$$

$$\frac{0,234 \cdot 0,66}{4} = 0,0386 \text{ mmol O}_2 \quad \text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$$

$$\frac{0,456 \cdot 0,85}{4} = 0,0969 \text{ mmol O}_2 \quad \text{C}_7\text{H}_6\text{O}_3$$

totaal: $0,404 \text{ mmol O}_2 - \frac{4}{5} \times 0,404 = 0,323 \text{ mmol MnO}_4^-$

$$\frac{0,323 \text{ mmol MnO}_4^-}{0,050 \frac{\text{mol}}{\text{L}}} = 6,5 \text{ mL}$$

- berekening benodigd aantal mmol O₂ per stof 1
- omrekening naar mmol MnO₄⁻ 1
- berekening aantal mL permanganaatoplossing 1



OPGAVE 2

5 ◊ **Maximumscore 2**

- $\text{MgCO}_3 + 2 \text{ H}^+ \rightarrow \text{Mg}^{2+} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ 1
- $\text{Al(OH)}_3 + 3 \text{ H}^+ \rightarrow \text{Al}^{3+} + 3 \text{ H}_2\text{O}$ 1
- Indien één vergelijking juist 1

6 ◊ **Maximumscore 3**

Stel: $x \text{ mg MgCO}_3 \rightarrow (700 - x) \text{ mg Al(OH)}_3$

$$\frac{x \text{ mg}}{84,3 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \cdot 2 + \frac{(700 - x) \text{ g}}{78,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \cdot 3 = 20,0 \text{ mmol}$$

$$2,372 \cdot 10^{-2} x + 3,846 \cdot 10^{-2} (700 - x) = 20,0 \Rightarrow x = 470$$

\Rightarrow 470 mg MgCO₃
230 mg Al(OH)₃

- stellen van aantal mg MgCO₃ op x, en aantal mg Al(OH)₃ op 700 - x 1
- uitdrukken van aantal geneutraliseerd mmol HCl in x 1
- rest van de berekening 1



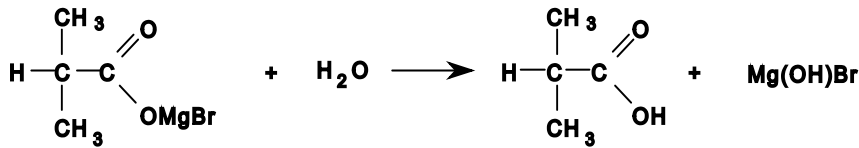
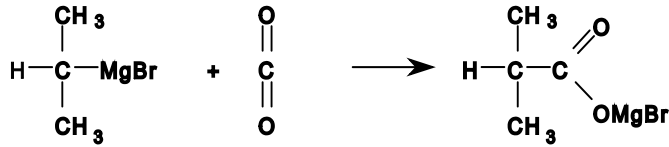
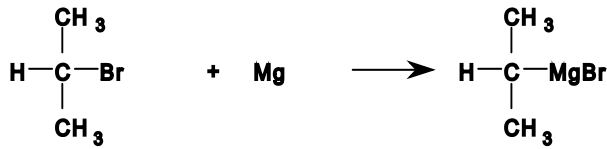
OPGAVE 3

7 ◊ **Maximumscore 2**

R = C ₂ H ₅	1-propanol	R ₁ en R ₂ = H	⇒ HCHO
	2-butanol	R ₁ = CH ₃ en R ₂ = H	⇒ CH ₃ CHO
	2-methyl-2-butanol	R ₁ en R ₂ = CH ₃	⇒ CH ₃ COCH ₃

Indien twee structuurformules juist 1
Indien één structuurformule juist 0

8○ Maximumscore 2



- vergelijkingen van bereiding grignardverbinding en de reactie van deze verbinding met CO₂ juist
- vergelijking van de hydrolyse van het reactieproduct

1
1



OPGAVE 4

9○ Maximumscore 2

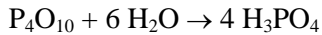
De algemene formule van een cycloalkaan is C_nH_{2n}: dus geen cycloalkaan

- in een cycloalkaan komen C en H altijd in de verhouding 1:2 voor
- dus CH_{2,17} kan geen cycloalkaan zijn

Indien het antwoord gebaseerd is op de formule van één cycloalkaan, zonder dit te veralgemeniseren 1

1
1

10○ Maximumscore 2



- P₄O₁₀ en H₂O voor de pijl en H₃PO₄ na de pijl
- juiste coëfficiënten

1
1

11○ Maximumscore 2

Voorbeeld van een juist antwoord:

in ruimte 3 NaOH, dan ontstaan Na₂CO₃ en H₂O

- juiste stof in ruimte 3
- juiste producten

1
1

12○ Maximumscore 3

$$\frac{0,396\text{g}}{18,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 2,20 \cdot 10^{-2} \text{ mol H}_2\text{O}; \quad \frac{0,880\text{g}}{44,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 2,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol CO}_2$$

$$\frac{2,20 \cdot 10^{-2} \cdot 2 \text{ mol H}}{2,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol C}} \Rightarrow x = 2,20$$

- berekening aantal mol water en aantal mol koolstofdioxide: resp. 0,396 delen door de massa van een mol water en 0,880 delen door de massa van een mol koolstofdioxide
- vaststelling aantal mol H = twee maal aantal mol water en aantal mol C = aantal mol koolstofdioxide
- berekening x: aantal mol H delen door aantal mol C

1
1
1

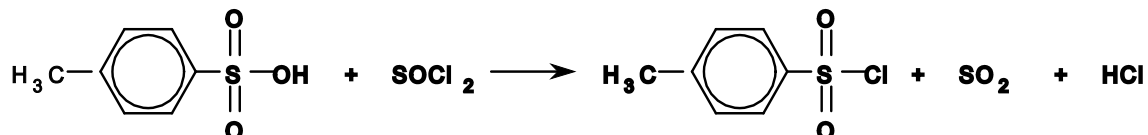
13 ◊ **Maximumscore 1**

water en koolstofdioxide



OPGAVE 5

14 ◊ **Maximumscore 3**

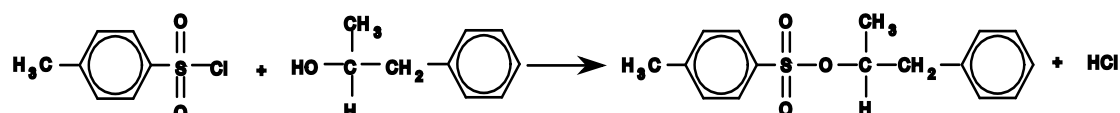


- fenyln kern en methylgroep van de structuurformule van 4-methylbenzeensulfonzuur 1
- structuurformule van de sulfonzuurgroep 1
- rest van de vergelijking 1

15 ◊ **Maximumscore 2**

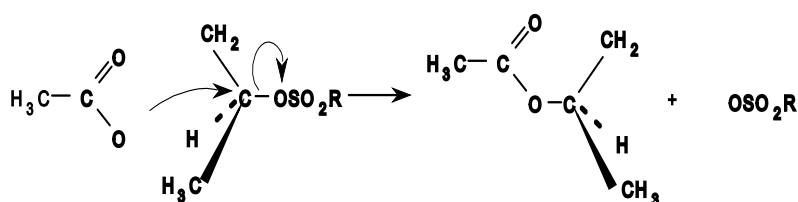
- (I) bevat een asymmetrisch koolstofatoom 1
- er zijn dus twee optische isomeren/spiegelbeeldisomeren 1

16 ◊ **Maximumscore 2**



- juiste formules voor de pijl 1
- juiste formules na de pijl 1

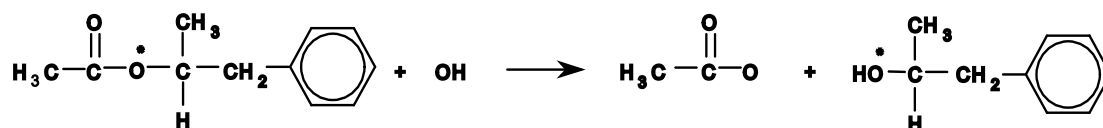
17 ◊ **Maximumscore 4**



S_N2 -reactie

- juiste ruimtelijke weergave ester 1
- Waldeninversie juist aangegeven 1
- juiste ruimtelijke weergave acetaateter 1
- Indien aangegeven dat dit een S_N2 -reactie is 1

18 ◊ **Maximumscore 4**



Bij deze verzeping breekt er geen binding aan het asymmetrische C-atoom. De configuratie van dit atoom verandert dus niet.

- juiste vergelijking 1
- juiste O-atoom gelabeld 1
- juiste uitleg 2



OPGAVE 6

19 ◊ Maximumscore 2

$$\mathbf{A} \quad \frac{0,466}{0,652} \quad \mathbf{A} \ 28,0 \text{ u} = 20,0 \text{ u}; \mathbf{B} = 102 \text{ u}; \mathbf{C} = 104 \text{ u} \text{ en } \mathbf{D} = 146 \text{ u}$$

- massa stof delen door massa stikstof en vermenigvuldigen met molecuulmassa stikstof 1
- alle berekeningen juist 1

20 ◊ Maximumscore 3

Voorbeeld van een goed antwoord:

Massa **X**: **A** $0,95 \times 20 \text{ u} = 19,0 \text{ u}$; **B** = 37,9 u; **C** = 75,9 u; **D** = 114 u

Deze massa's zijn steeds veelvoud van 19 \Rightarrow **X** = F

A $20 - 19 = 1 \Rightarrow \text{HF}$; **B** $102 - 38 = 64 \Rightarrow \text{S}_2\text{F}_2$

C $104 - 76 = 28 \Rightarrow \text{SiF}_4$ (ook goed: N_2F_4); **D** $146 - 114 = 32 \Rightarrow \text{SF}_6$

- constatering dat **X** is F 1
- totaal massa andere element berekenen en molecuulformules juist 2

*Indien **X** is F, maar één of meerdere overigens correcte formules van een zout, bijvoorbeeld **B** = CuF_2 , gegeven zijn, of*

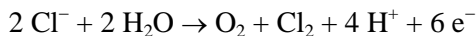
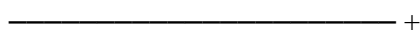
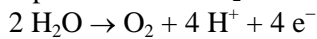
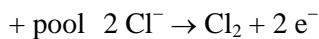
molecuulformules waarbij geen correcte structuurformules horen, bijvoorbeeld O_2F_6 1

*Indien **X** is F, maar één of meer molecuulformules van een niet-binaire stof gegeven is, bijvoorbeeld SO_2F_2* 1



OPGAVE 7

21 ◊ Maximumscore 3



- halfreactie Cl^- 1
- halfreactie H_2O 1
- beide halfreacties in juiste verhouding bij elkaar opgeteld 1

22 ◊ Maximumscore 4

$$Q = I \times t = 1330 \frac{\text{C}}{\text{s}} \times 365 \times 24 \times 60 \times 60 \text{ s} = 4,19 \cdot 10^{10} \text{ C}$$

$$\frac{4,19 \cdot 10^{10} \text{ C}}{9,65 \cdot 10^4 \frac{\text{C}}{\text{mol}}} = 4,35 \cdot 10^5 \text{ mol e}^- - \frac{4,35 \cdot 10^5}{6} = 7,24 \cdot 10^4 \text{ mol O}_2 \Rightarrow 7,24 \cdot 10^4 \text{ mol O}_2 \times 32 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 2,32$$

ton O_2

- berekening aantal coulomb in een jaar 1
- berekening aantal mol elektronen per jaar 1
- berekening aantal mol zuurstof per jaar 1
- omrekening naar ton zuurstof per jaar 1

23 ◊ **Maximumscore 3**

$$5 \cdot 10^{-4} = \frac{[\text{HClO}]}{[\text{Cl}_2]} \cdot [\text{H}^+][\text{Cl}^-] \cdot \frac{[\text{HClO}]}{[\text{Cl}_2]} = \frac{5 \cdot 10^{-4}}{10^{-8,2} \cdot 0,13} = 6 \cdot 10^5 \Rightarrow$$

$$[\text{HClO}] > [\text{Cl}_2]$$

$$10^{-7,4} = \frac{[\text{ClO}^-][\text{H}^+]}{[\text{HClO}]} \cdot \frac{[\text{ClO}^-]}{[\text{HClO}]} = \frac{10^{-7,4}}{10^{-8,2}} = 6,3 \Rightarrow [\text{ClO}^-] > [\text{HClO}]$$

conclusie: ClO^- is het voornaamste eindproduct.

- berekening verhouding $\frac{[\text{HClO}]}{[\text{Cl}_2]}$ en conclusie dat $[\text{HClO}] > [\text{Cl}_2]$ 1
- berekening verhouding $\frac{[\text{ClO}^-]}{[\text{HClO}]}$ en conclusie dat $[\text{ClO}^-] > [\text{HClO}]$ 1
- eindconclusie 1

24 ◊ **Maximumscore 4**

$$\frac{1330 \frac{\text{C}}{\text{s}}}{9,65 \cdot 10^4 \frac{\text{C}}{\text{mole}^-} \cdot \frac{6 \text{ mole}^-}{\text{mol Cl}_2}} = 2,30 \cdot 10^{-3} \frac{(\text{mol ClO}^- + \text{mol HClO})}{\text{s}}$$

$$\frac{\frac{6,3}{7,3} \cdot 2,30 \cdot 10^{-3} \text{ mol ClO}^-}{\text{s} \cdot 1000 \text{ m}^2 \cdot \frac{0,010 \text{ m}}{\text{s}}} = 1,98 \cdot 10^{-7} \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

- berekening aantal mol Cl_2 dat per seconde wordt gevormd 1
- aantal mol Cl_2 / aantal mol ClO^- + aantal mol HClO 1
- berekening verhouding $\frac{[\text{ClO}^-]}{[\text{HClO}]}$ (of overnemen uit vorige vraag) en verwerking (aantal mol $\text{ClO}^- =$
 $\frac{6,3}{7,3} \times \text{aantal mol Cl}_2$) 1
- rest van de berekening 1



OPGAVE 8

25 ◊ **Maximumscore 2**

$$pV = nRT \Rightarrow n = \frac{pV}{RT} = \frac{1013 \cdot 10^3 \cdot 321 \cdot 10^{-6}}{8,31 \cdot 303} = 1,29 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

- Indien gebruik is gemaakt van de formule $pV = nRT$ 1
- juist invullen formule met juiste berekening 1

26 ◊ **Maximumscore 3**

$$\text{Stel: } x \text{ mol NO}_2 \Rightarrow (1,29 \cdot 10^{-2} - x) \text{ mol N}_2\text{O}_4$$

$$x \text{ mol} \times 46,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + (1,29 \cdot 10^{-2} - x) \text{ mol} \times 92,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}} =$$

$$(110,9702 - 109,9736) \text{ g} \Rightarrow 46,0x = 0,1902 \Rightarrow$$

$$x = \begin{array}{l} 4,14 \cdot 10^{-3} \text{ mol NO}_2 \\ 8,77 \cdot 10^{-3} \text{ mol N}_2\text{O}_4 \end{array}$$

- stellen van aantal mol NO₂ op x, en aantal mol N₂O₄ op 1,29 · 10⁻² - x
- berekening van massa, uitgedrukt in x
- berekening van x uit massa, en rest van de berekening

1
1
1

27 ◊ **Maximumscore 2**

$$p(\text{NO}_2) = \frac{4,14 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}{1,29 \cdot 10^{-2} \text{ mol}} \cdot 1,000 \text{ atm} = 0,321 \text{ atm}$$

$$p(\text{N}_2\text{O}_4) = \frac{8,77 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}{1,29 \cdot 10^{-2} \text{ mol}} \cdot 1,000 \text{ atm} = 0,680 \text{ atm}$$

- berekening molfracties NO₂ en N₂O₄
- berekening partiaaldrukken NO₂ en N₂O₄

1
1

28 ◊ **Maximumscore 2**

$$K_p = \frac{(0,321)^2}{0,679} = 0,152 \text{ atm}$$

$$\Delta G^\circ(30 \text{ }^\circ\text{C}) = -RT \ln K_p(p_o)^{-1} = -8,31 \times 303 \ln 0,152 = 4,74 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

- berekening K_p uit partiaaldrukken
- invullen juiste waarden in formule

1
1

29 ◊ **Maximumscore 4**

$$n = \frac{pV}{RT} = \frac{101,3 \cdot 10^3 \cdot 321 \cdot 10^{-6}}{8,31 \cdot 333} = 1,18 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

$$x \text{ mol} \times 46,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + (1,18 \cdot 10^{-2} - x) \text{ mol} \times 92,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}} =$$

$$(110,7024 - 109,9736) \text{ g} \Rightarrow 46,0 x = 0,3568 \Rightarrow$$

$$x = \begin{array}{l} 7,757 \cdot 10^{-3} \text{ mol NO}_2 \\ 4,043 \cdot 10^{-3} \text{ mol N}_2\text{O}_4 \end{array}$$

$$p(\text{NO}_2) = \frac{7,757 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}{1,18 \cdot 10^{-2} \text{ mol}} \cdot 1,000 \text{ atm} = 0,658 \text{ atm}$$

$$p(\text{N}_2\text{O}_4) = \frac{4,043 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}{1,18 \cdot 10^{-2} \text{ mol}} \cdot 1,000 \text{ atm} = 0,343 \text{ atm}$$

$$K_p = \frac{(0,657)^2}{0,343} = 1,26 \text{ atm}$$

$$\Delta G^\circ(60 \text{ }^\circ\text{C}) = -RT \ln K_p(p_o)^{-1} = -8,31 \cdot 333 \ln 1,26 = -0,640 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

- berekening aantal mol NO₂ en N₂O₄ 1
- berekening partiaaldrukken NO₂ en N₂O₄ 1
- berekening K_p 1
- berekening ΔG° 1

30 ◊ **Maximumscore 2**

$$\Delta G^\circ(30\text{ }^\circ\text{C}) = 4,74 \cdot 10^3 = \Delta H^\circ - 303 \Delta S^\circ$$

$$\Delta G^\circ(60\text{ }^\circ\text{C}) = -0,640 \cdot 10^3 = \Delta H^\circ - 333 \Delta S^\circ$$

$$\hline +$$

$$5,38 \cdot 10^3 = 30 \Delta S^\circ \Rightarrow \Delta S^\circ = 179 \frac{\text{J}}{\text{molK}} \Rightarrow \Delta H^\circ = 59,1 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

- $\Delta G^\circ(T) = \Delta H^\circ - T\Delta S^\circ$ 1
- berekening ΔS° en ΔH° uit ΔG°(30 °C) en ΔG°(60 °C) 1

31 ◊ **Maximumscore 2**

De entropieverandering is positief: spreiding van energie over de ruimte neemt toe.

De enthalpieverandering is positief: endotherme reactie.

- uitleg teken ΔS° 1
- uitleg teken ΔH° 1

32 ◊ **Maximumscore 2**

Bij deze reactie wordt 1 mol gas in 2 mol gas omgezet → meer spreiding van energie.

Bij deze reactie worden meer bindingen verbroken dan gevormd. Dat kost energie.

- uitleg voor ΔS° gebaseerd op toenemend aantal deeltjes 1
- uitleg voor ΔH° gebaseerd op aantal bindingen dat wordt gebroken of gevormd 1

Opmerking

ook goed: Als ΔS° is positief, en reactie is evenwicht, dan moet ΔH°

ook positief zijn (want dan ΔH° - TΔS° = 0)